

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-86211

(P2003-86211A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 5 H 0 2 7
8/00		8/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-148259 (P2002-148259)

(22) 出願日 平成14年5月22日 (2002.5.22)

(31) 優先権主張番号 特願2001-197392 (P2001-197392)

(32) 優先日 平成13年6月28日 (2001.6.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005326  
本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 青柳 暁  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(72) 発明者 浅野 裕  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(74) 代理人 100077805  
弁理士 佐藤 辰彦 (外1名)

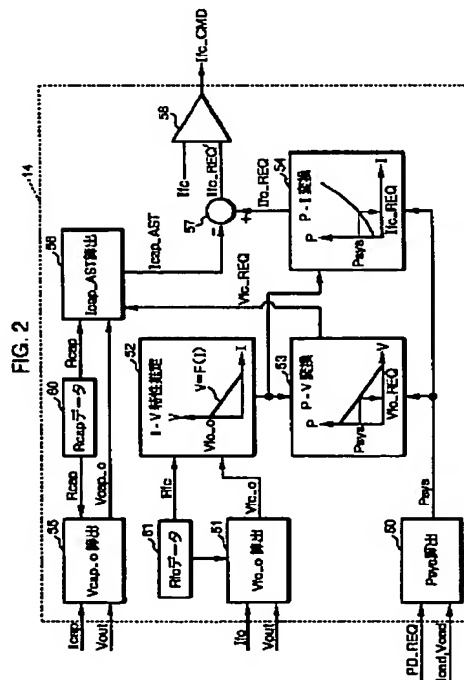
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池電源装置

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池の出力電流／電圧特性が変化したときであっても、負荷の要求電力に応じた燃料電池の要求出力電流を精度良く決定することができる燃料電池電源装置を提供する。

【解決手段】 電源管理制御部14に備えられたI-V特性推定部52は、燃料電池の出力電流／電圧特性 (I-V特性) を、燃料電池の内部抵抗 ( $R_{fc}$ ) を傾きとし、燃料電池開放電圧算出部51により算出された燃料電池の開放電圧 ( $V_{fc\_o}$ ) を電圧 (V) 軸の切片とする1次関数 ( $V = F(I)$ ) に置換えて推定する。要求出力電圧決定部53と要求出力電流決定部54は、I-V特性推定部52により推定された燃料電池のI-V特性に基づいて、目標総電力 ( $P_{sys}$ ) を得るのに必要となる燃料電池の要求出力電圧 ( $V_{fc\_REQ}$ ) と要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) をそれぞれ決定する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】燃料電池と、該燃料電池に反応ガスを供給する反応ガス供給手段と、該反応ガス供給手段から該燃料電池への反応ガスの供給量を調節する供給量調節手段と、該燃料電池を負荷と接続して該負荷に電力を供給する際に該負荷の要求電力に応じて該燃料電池の要求出力電流を決定する要求出力電流決定手段と、

前記要求出力電流が得られるように前記供給量調節手段によって前記燃料電池への反応ガスの供給量を制御するガス供給制御手段とを備えた燃料電池電源装置において、

前記燃料電池の内部抵抗のデータを記憶した第 1 の記憶手段と、前記燃料電池の開放電圧を把握する燃料電池開放電圧把握手段と、前記燃料電池の出力電流／電圧特性を、該燃料電池の内部抵抗を傾きとし該燃料電池の開放電圧を出力電圧軸の切片とする 1 次関数に置き換えて推定する出力特性推定手段とを備え、

前記要求出力電流決定手段は、前記負荷の要求電力を前記 1 次関数に適用して得られる前記燃料電池の出力電流を、前記要求出力電流として決定することを特徴とする燃料電池電源装置。

【請求項 2】前記燃料電池の出力電流を検出する燃料電池電流検出手段を備え、

前記要求出力電流決定手段は、前記負荷の要求電力を前記 1 次関数に適用して得られる前記燃料電池の出力電流が、前記燃料電池電流検出手段の検出電流よりも小さいときには、該検出電流を前記要求出力電流として決定することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池電源装置。

【請求項 3】前記燃料電池と並列に接続された電気二重層キャパシタと、該電気二重層キャパシタの内部抵抗のデータを記憶した第 2 の記憶手段と、前記電気二重層キャパシタの開放電圧を把握するキャパシタ開放電圧把握手段と、

前記要求出力電流を前記 1 次関数に適用して得られる要求出力電圧と前記電気二重層キャパシタの開放電圧との差を前記電気二重層キャパシタの内部抵抗で除して、前記電気二重層キャパシタの出力電圧が前記要求出力電圧となったときの前記電気二重層キャパシタの充放電電流を把握するキャパシタ充放電電流把握手段と、

前記キャパシタ充放電電流把握手段により前記電気二重層キャパシタの放電電流が把握されたときに前記要求出力電流から該放電電流を減じる第 1 の補正と、前記キャパシタ充放電電流把握手段により前記電気二重層キャパシタの充電電流が把握されたときに前記要求出力電流に該充電電流を加える第 2 の補正とのうちの少なくともいずれか一方を行なう要求出力電流補正手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池電源装置。

【請求項 4】前記燃料電池の出力電流を検出する燃料電池電流検出手段を備え、

前記要求出力電流決定手段は、前記要求出力電流補正手

段により前記第 1 の補正又は前記第 2 の補正がなされた前記要求出力電流が、前記燃料電池電流検出手段の検出電流よりも小さいときには、該検出電流を前記要求出力電流として決定することを特徴とする請求項 3 記載の燃料電池電源装置。

【請求項 5】前記燃料電池開放電圧把握手段は所定周期毎に前記燃料電池の開放電圧を把握し、前記出力特性推定手段は該所定周期毎に前記燃料電池の出力電流／電圧特性を前記 1 次関数に置換えて推定することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項記載の燃料電池電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、負荷からの要求電力に応じて燃料電池に対する反応ガスの供給量を制御する燃料電池電源装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電気自動車等の車両の電源装置として、燃料電池を使用した燃料電池電源装置が採用されている。そして、燃料電池は出力電流の大きさに応じて反応ガス（水素等の還元性ガス及び該還元性ガスと反応させて電子を取出すための酸化性ガス）の消費量が増減するため、モータ等の負荷の要求電力に対して燃料電池に供給する反応ガスの過不足が生じないように反応ガスの流量を制御する必要がある。

【0003】そこで、従来の燃料電池電源装置においては、例えば図 5 に示した構成により燃料電池の目標出力電流（ $I_{fc\_CMD}$ ）を決定していた。すなわち、先ず、燃料電池自動車制御部 100 は、アクセルペダルの踏み込み量（ $A_p$ ）と車速（ $N_m$ ）に応じて、モータ 101 の要求電力（ $PD\_CAL$ ）を算出する。

【0004】そして、出力制限部 102 は、燃料電池 103 の発電能力に応じて要求電力（ $PD\_CAL$ ）の上限を制限した目標出力（ $PD\_REQ$ ）を算出し、トルク指令算出部 104 は、該目標出力（ $PD\_REQ$ ）に応じたトルク指令（ $TRQ\_CMD$ ）を算出してモータ駆動ユニット 105 に出力する。

【0005】一方、 $P/I$  変換部 106 は、予めメモリに記憶した燃料電池 103 の出力電流／電圧特性（ $I-V$  特性）のマップデータ 107 に目標出力（ $PD\_REQ$ ）を適用して、燃料電池 103 の目標出力電流（ $I_{fc\_CMD}$ ）を決定する。そして、反応ガス供給部 108 は、目標出力電流（ $I_{fc\_CMD}$ ）に応じた反応ガスを燃料電池 103 に供給し、これにより目標出力（ $PD\_REQ$ ）に見合った電流が燃料電池 103 から出力されるようにしていた。

【0006】以上の処理により、モータ駆動ユニット 105 からモータ 101 に目標出力（ $PD\_REQ$ ）を得るために必要な駆動電力が供給されると共に、反応ガス供給部 108 から燃料電池 103 に目標出力（ $PD\_REQ$ ）に応じ

た目標出力電流 ( $I_{fc\_CMD}$ ) を得るために必要な反応ガスが供給される。

【0007】しかし、燃料電池103のI-V特性は、反応ガスの温度、供給圧力、湿度の変化、燃料電池103の経時変化等により、初期状態(図中A)から変化する(図中B)がある。そして、燃料電池103のI-V特性が変化すると、目標出力( $P_{D\_REQ}$ )に対する目標出力電流( $I_{fc\_CMD}$ )の設定が不適切なものとなり、燃料電池103の過不足が生じてしまう。

【0008】そこで、燃料電池103から出力される実電流( $I_{fc}$ )と実電圧( $V_{fc}$ )を検出して、目標出力電流( $I_{fc\_CMD}$ )と実電流( $I_{fc}$ )の差分( $\Delta I$ )及びI-V特性において該目標出力電流( $I_{fc\_CMD}$ )に対応する目標出力電圧( $V_{fc\_CMD}$ )と実電圧( $V_{fc}$ )の差分( $\Delta V$ )を算出し、これらの差分( $\Delta I$ ,  $\Delta V$ )に応じてI-V特性を補正する処理が行なわれていた。

【0009】しかし、このようにしてI-V特性を補正する場合に、例えば燃料電池自動車の急加速時のように、反応ガス供給部108の応答速度を超えてモータ101の出力が増加し、目標出力電流( $I_{fc\_CMD}$ )及び目標出力電圧( $V_{fc\_CMD}$ )に対して実電流( $I_{fc}$ )及び実電圧( $V_{fc}$ )が不足する状態となった場合(この場合、不足する電流はキャパシタ109から放電によりバックアップされる)には、反応ガス供給部108の応答遅れにより、算出される差分( $\Delta I$ ,  $\Delta V$ )が、実際の燃料電池のI-V特性の初期値からのずれよりも大きくなる。

【0010】そのため、燃料電池103のI-V特性が実際よりも大きく補正されてしまい、目標出力( $P_{D\_REQ}$ )を補正後のI-V特性に適用したときに、目標出力電流( $I_{fc\_CMD}$ )を精度良く決定することができないという不都合があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記不都合を解消し、燃料電池の出力電流/電圧特性が変化したときであっても、負荷の要求電力に応じた燃料電池の要求出力電流を精度良く決定することができる燃料電池電源装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するためになされたものであり、燃料電池と、該燃料電池に反応ガスを供給する反応ガス供給手段と、該反応ガス供給手段から該燃料電池への反応ガスの供給量を調節する供給量調節手段と、該燃料電池を負荷と接続して該負荷に電力を供給する際に該負荷の要求電力に応じて該燃料電池の要求出力電流を決定する要求出力電流決定手段と、前記要求出力電流が得られるように前記供給量調節手段によって前記燃料電池への反応ガスの供給量を制御するガス供給制御手段とを備えた燃料電池電源装置の改良に関する。

【0013】上記目的を達成するために各種検討を重ねた結果、本願発明者らは、前記燃料電池の出力電流/電圧特性は、前記燃料電池が通常使用される領域では、前記燃料電池の内部抵抗を傾きとし前記燃料電池の開放電圧を出力電圧軸の切片とする1次関数で比較的精度良く近似できることを知見した。

【0014】そこで、本発明は、前記燃料電池の内部抵抗のデータを記憶した第1の記憶手段と、前記燃料電池の開放電圧を把握する燃料電池開放電圧把握手段と、前記燃料電池の出力電流/電圧特性を、該燃料電池の内部抵抗を傾きとし該燃料電池の開放電圧を出力電圧軸の切片とする1次関数に置換えて推定する出力特性推定手段とを備え、前記要求出力電流決定手段は、前記負荷の要求電力を前記1次関数に適用して得られる前記燃料電池の出力電流を、前記要求出力電流として決定することを特徴とする。

【0015】かかる本発明によれば、前記出力特性推定手段は、前記燃料電池開放電圧把握手段により把握される前記燃料電池の開放電圧と、前記第1の記憶手段に記憶された前記燃料電池内部抵抗のデータとにより、前記燃料電池の出力電流/電圧特性を、該燃料電池の内部抵抗を傾きとし該燃料電池の開放電圧を出力電圧軸の切片とする1次関数に置き換えて推定する。そして、前記燃料電池の開放電圧は、前記燃料電池の実際の出力電流/電圧特性の変化に応じて変化するため、前記出力特性推定手段により前記燃料電池の出力電流/電圧特性として推定される前記1次関数は、前記燃料電池の実際の出力電圧/電流特性を反映したものとなる。したがって、前記要求出力電流決定手段は、前記1次関数に前記要求電力を適用することにより、前記燃料電池の出力電圧/電流特性が変化した場合であっても、前記要求電力に応じた要求出力電流を精度良く決定することができる。

【0016】また、前記燃料電池の出力電流を検出する燃料電池電流検出手段を備え、前記要求出力電流決定手段は、前記負荷の要求電力を前記1次関数に適用して得られる前記燃料電池の出力電流が、前記燃料電池電流検出手段の検出電流よりも小さいときには、該検出電流を前記要求出力電流として決定することを特徴とする。

【0017】かかる本発明によれば、前記負荷の要求電力が急速に増加したときに、該増加に応じて前記要求出力電流決定手段により決定される前記要求出力電流が変更されるまでの遅れ時間により、前記燃料電池から実際に出力される電流が前記要求出力電流よりも大きくなるが生じ得る。

【0018】そこで、前記ガス供給制御手段は、前記燃料電池電流検出手段の検出電流(前記燃料電池の実際の出力電流)が前記要求電流よりも大きくなったときは、該検出電流を前記要求出力電流として決定する。これにより、前記燃料電池への反応ガスの供給量を速やかに増加させ、前記燃料電池への燃料ガスの供給が不足したガ

ス欠状態となることを防止することができる。

【0019】また、前記燃料電池と並列に接続された電気二重層キャパシタと、該電気二重層キャパシタの内部抵抗のデータを記憶した第2の記憶手段と、前記電気二重層キャパシタの開放電圧を把握するキャパシタ開放電圧把握手段と、前記1次関数において前記要求出力電流に対応する要求出力電圧と、前記電気二重層キャパシタの開放電圧との差を前記電気二重層キャパシタの内部抵抗で除して、前記電気二重層キャパシタの出力電圧が前記要求出力電圧となったときの前記電気二重層キャパシタの充放電電流を把握するキャパシタ充放電電流把握手段と、前記キャパシタ充放電電流把握手段により前記電気二重層キャパシタの放電電流が把握されたときに前記要求出力電流から該放電電流を減じる第1の補正と、前記キャパシタ充放電電流把握手段により前記電気二重層キャパシタの充電電流が把握されたときに前記要求出力電流に該充電電流を加える第2の補正とのうちの少なくともいずれか一方を行なう要求出力電流補正手段とを備えたことを特徴とする。

【0020】かかる本発明によれば、前記第1の補正により前記電気二重層キャパシタの放電電流を前記要求出力電流から減じることによって、前記ガス供給手段からの反応ガスの供給量を該放電電流に応じた分だけ減少させ、前記燃料電池に対する反応ガスの供給量が過剰となることを防止することができる。また、前記第2の補正により前記電気二重層キャパシタの充電電流を前記要求出力電流に加えることによって、前記ガス供給手段からの反応ガスの供給量を該充電電流に応じた分だけ増加させ、前記燃料電池に対する反応ガスの供給量が不足することを防止することができる。

【0021】また、前記燃料電池の出力電流を検出する燃料電池電流検出手段を備え、前記要求出力電流決定手段は、前記要求出力電流補正手段により前記第1の補正又は前記第2の補正がなされた前記要求出力電流が、前記燃料電池電流検出手段の検出電流よりも小さいときには、該検出電流を前記要求出力電流として決定することとを特徴とする。

【0022】かかる本発明によれば、前記第1の補正又は前記第2の補正がなされた場合においても、前記負荷の要求電力が急速に増加した場合に、前記燃料電池への反応ガスの供給が不足したガス欠状態となることを防止することができる。

【0023】また、前記燃料電池開放電圧把握手段は所定期間毎に前記燃料電池の開放電圧を把握し、前記出力特性推定手段は該所定期間毎に前記燃料電池の出力電流／電圧特性を前記1次関数に置換えて推定することを特徴とする。

【0024】かかる本発明によれば、前記出力特性推定手段は、前記所定期間毎に前記燃料電池開放電圧把握手段により把握される前記燃料電池の開放電圧に基づく前

記1次関数により、前記所定期間毎に前記燃料電池の出力電流／電圧特性を推定する。そのため、前記要求電流決定手段は、より直近の前記燃料電池の実際の出力電流／電圧特性を反映して更新された前記1次関数を使用して、前記要求出力電流をより精度良く決定することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態の一例について、図1～図4を参照して説明する。図1は本発明の燃料電池電源装置の構成図、図2は図1に示した電力管理手段の制御ブロック図、図3は燃料電池電源装置の等価回路図、図4は燃料電池の出力電流／電圧特性（以下、 $I-V$ 特性という）を示したグラフである。

【0026】図1を参照して、本発明の燃料電池電源装置1は、車両に搭載されて該車両の駆動用電源として機能する。燃料電池電源装置1は、水素と空気を反応ガスとした電気化学反応を生じさせて電流を出力する燃料電池2と、電気二重層キャパシタ3（以下、単にキャパシタ3という）を並列に接続して構成されたハイブリッド型の燃料電池電源装置であり、その出力電力が、マイクロコンピュータ、メモリ等により構成されたコントローラ4により制御される。

【0027】燃料電池電源装置1の出力電力は、モータ駆動装置5、空調機器6、及びDC/DCコンバータ7を介して12V負荷8に供給される。モータ駆動装置5は、コントローラ4に備えられた駆動制御部9から出力されるトルク指令（TRQ\_CMD）に応じて、モータ10の電機子に流れる電流を制御する。そして、モータ10の駆動力はトランスミッション11を介して駆動輪12に伝達される。

【0028】駆動制御部9は、アクセルペダル13の踏み込み量（Ap）とモータ10の回転数（Nm）に基づいて、モータ駆動装置5で必要となる電力であるモータ要求電力（PD\_REQ）を通知する信号を電源管理制御部14に出力する。

【0029】電源管理制御部14には、負荷センサ15により検出される負荷電流（ $I_{load}$ ）と負荷電圧（ $V_{load}$ ）の検出信号が入力され、これらの検出信号により、電源管理制御部14は、モータ10以外の電装補機で消費される電力を把握する。

【0030】そして、電源管理制御部14は、燃料電池制御部16から出力される燃料電池2から供給可能な電流の上限値である出力許容電流（ $I_{fc\_LMT}$ ）と、キャパシタセンサ31により検出されるキャパシタ3の充放電電流（ $I_{cap}$ ）及び端子電圧（ $V_{cap}$ ）等を考慮した上で、モータ要求電力（PD\_REQ）とモータ10以外の電装補機で消費される電力との合計電力に応じて、燃料電池2から出力される電流の目標値である目標出力電流（ $I_{fc\_CMD}$ ）を決定し、該目標出力電流（ $I_{fc\_CMD}$ ）を指示する信号を燃料電池制御部16に出力する。また、電源

管理制御部14は、駆動制御部9に対して、燃料電池2から供給可能な電力の上限値である出力制限電力(PLD)を通知する信号を出力する。

【0031】なお、燃料電池制御部16には、反応ガスセンサ20から出力される燃料電池2に供給される反応ガス(水素及び空気)の圧力( $P_{gas}$ )、流量( $Q_{gas}$ )、及び温度( $T_{gas}$ )の検出信号と、燃料電池2のスタック(図示しない)を構成する燃料電池セル(図示しない)の個々の状態( $V_{cell\_indiv}$ )の検出信号とが入力され、燃料電池制御部16は、これらの検出信号から把握される燃料電池2の状態を考慮して出力許容電流( $I_{fc\_LMT}$ )を決定する。

【0032】また、駆動制御部9は、電源管理制御部14から通知された出力制限電力(PLD)を超えないように、モータ駆動装置5に対してトルク指令( $TRQ\_CMD$ )を出力し、モータ駆動装置5は、モータ10が該トルク指令( $TRQ\_CMD$ )に応じたトルクを発生するように、モータ10の電機子電流を制御する。

【0033】また、燃料電池制御部16(本発明のガス供給制御手段の機能を含む)は、電源管理制御部14から出力された目標出力電流( $I_{fc\_CMD}$ 、本発明の要求出力電流に相当する)が燃料電池2から出力されるように、反応ガス供給装置21(本発明の反応ガス供給手段に相当する)に対して、燃料電池2に供給する反応ガスの目標供給量( $QMP\_CMD$ )を指示する信号を出力する。これにより、目標出力電流( $I_{fc\_CMD}$ )に応じた流量の空気と水素が燃料電池2に供給される。なお、反応ガス供給装置21に備えられたエアコンプレッサ等の反応ガスの供給流量の調節機構(図示しない)が本発明の供給量調節手段に相当する。

【0034】そして、反応ガス供給装置21から供給される水素は、イジェクタ(図示しない)及び加湿器(図示しない)を経由して燃料電池2の水素極に供給され、空気極に供給される空気中の酸素と電気化学反応を生じて水となり、排出弁22を介して排出される。ここで、排出バルブ22の開度は、空気及び水素の供給圧に応じて燃料電池2内部の圧力勾配が一定に保たれるように、燃料電池制御部16からの制御信号( $VLV\_CMD$ )により制御される。

【0035】また、燃料電池2には、水冷式の冷却器(図示しない)が備えられ、燃料電池制御部16は、該冷却器に給水される冷却水の温度と該冷却器から排水される冷却水の温度とに応じて、該冷却器に供給される冷却水の流量と温度を制御する。

【0036】また、燃料電池電源装置1には、燃料電池2の出力電流( $I_{fc}$ )と出力電圧( $V_{fc}$ )を検出する燃料電池センサ30(本発明の燃料電池電流検出手段の機能を含む)が備えられ、燃料電池センサ30の検出信号も電源管理制御部14に供給される。

【0037】なお、燃料電池2とキャパシタ3は、基本

的には、燃料電池2の起動時及び停止時以外は直結状態に維持される。この直結状態においては、モータ10とモータ10以外の電装負荷の総消費電力が増大して、燃料電池2の出力電圧が低下するときは、キャパシタ3の開放電圧と燃料電池2の出力電圧との差に応じた放電電流がモータ10及びモータ10以外の電装負荷に供給される。一方、前記総消費電力が減少して、燃料電池2の出力電圧が上昇するときには、キャパシタ3の開放電圧と燃料電池2の出力電圧との差に応じた充電電流が燃料電池2からキャパシタ3に供給される。

【0038】その結果、いずれの場合もキャパシタ3の開放電圧と燃料電池2の出力電圧が等しい状態に移行する。そのため、残充電量に変化しても開放電圧があまり変化しないバッテリーを燃料電池2と並列に接続する場合のように、大電流のスイッチングが可能な大型のDC/DCコンバータにより常時燃料電池2の出力電圧とバッテリーの開放電圧とを整合させる必要がなく、燃料電池2の出力電流が少ない燃料電池2の起動時及び停止時に、キャパシタ3と燃料電池2の間の通電を制限するための小型のスイッチング素子(図示しない)を備えればよい。

【0039】次に、図2を参照して、電源管理制御部14の構成と作動について説明する。電源管理制御部14は、目標総電力算出部50、燃料電池開放電圧算出部51(本発明の燃料電池開放電圧把握手段に相当する)、 $I-V$ 特性推定部52(本発明の出力特性推定手段に相当する)、要求出力電圧決定部53、要求出力電流決定部54(本発明の要求出力電流決定手段を構成する)、キャパシタ開放電圧算出部55(本発明のキャパシタ開放電圧把握手段に相当する)、キャパシタアシスト電流算出部56(本発明のキャパシタ充放電電流把握手段に相当する)、要求出力電流補正部57(本発明の要求出力電流補正手段に相当する)、及び目標出力電流決定部58(本発明の要求出力電流決定手段を構成する)を備える。

【0040】目標総電力算出部50は、モータ要求電力( $PD\_REQ$ )と、負荷電流( $I_{load}$ )と負荷電圧( $V_{load}$ )を乗じて算出される負荷の消費電力とを加算して、燃料電池自動車の作動に必要な総電力である目標総電力( $P_{sys}$ )を算出する。

【0041】また、キャパシタ開放電圧算出部55は、キャパシタ3を図3に示したように、開放電圧が $V_{cap\_o}$ で内部抵抗が $R_{cap}$ である等価回路に置換えて扱い、キャパシタ3の出力電流( $I_{cap}$ )及び出力電圧( $V_{out}$ )と予めメモリ(本発明の第2の記憶手段に相当する)に記憶されたキャパシタ3の内部抵抗( $R_{cap}$ )のデータ60から、以下の式(1)によりキャパシタ3の開放電圧( $V_{cap\_o}$ )を算出する。

【0042】

$$V_{cap\_o} = V_{out} + I_{cap} \times R_{cap} \cdots \cdots (1)$$

そして、キャパシタアシスト電流算出部 56 は、以下の式 (2) により、燃料電池 2 の出力電圧 ( $V_{out}$ ) が目標総電力 ( $P_{sys}$ ) に応じた要求出力電圧 ( $V_{fc\_REQ}$ ) \*

$$I_{cap\_AST} = (V_{cap\_o} - V_{fc\_REQ}) / R_{cap} \dots (2)$$

要求出力電流補正部 57 は、目標総電力 ( $P_{sys}$ ) に応じた要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) からキャパシタアシスト電流 ( $I_{cap\_AST}$ ) を減じて要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) を補正する。これにより、キャパシタアシスト電流 ( $I_{cap\_AST}$ ) が正のとき、すなわちキャパシタ 3 から放電されるときは、該放電分だけ要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) を減少させて (本発明の第 1 の補正に相当する)、燃料電池 2 に供給される反応ガスが過剰となることを防止している。

【0044】また、キャパシタアシスト電流 ( $I_{cap\_AST}$ ) が負のとき、すなわちキャパシタ 3 が充電されるときは、該充電分だけ要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) を増加させて (本発明の第 2 の補正に相当する)、燃料電池 2 に供給される反応ガスが不足することを防止している。

【0045】目標出力電流決定部 58 は、要求出力電流補正部 57 により補正された要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ'}$ ) が、燃料電池センサ 30 により検出される燃料電池 2 の実際の出力電流 ( $I_{fc}$ ) 以下であるときは、該補正された要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ'}$ ) をそのまま目標出力電流 ( $I_{fc\_CMD}$ 、本発明の要求出力電流に相当する) として出力する。

【0046】一方、燃料電池電流センサ 30 により検出される燃料電池 2 の実際の出力電流 ( $I_{fc}$ ) が、要求出力電流補正部 57 により補正された要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ'}$ ) よりも大きくなったときには、目標出力電流決定部 58 は、実際の出力電流 ( $I_{fc}$ ) を目標出力電流 ( $I_{fc\_CMD}$ ) として出力する。これにより、目標出力電流決定部 58 は、燃料電池 2 の実際の出力電流 ( $I_{fc}$ ) に対して目標出力電流 ( $I_{fc\_CMD}$ ) が小さくなり、燃料電池 2 に対する反応ガスの供給が不足する状態となることを防止している。

【0047】次に、燃料電池 2 は、初期状態においては、図 4 の ①に示したような  $I-V$  特性を有している。なお、図 4 のグラフの縦軸 ( $V$ ) と横軸 ( $I$ ) は、それぞれ燃料電池 2 の出力電圧と出力電流を示している。そして、燃料電池 2 の  $I-V$  特性が常に ①に保たれるならば、①のデータを予めメモリに保持し、目標総電力 ( $P_{sys}$ ) を ①の  $I-V$  特性に適用することによって、目標総電力 ( $P_{sys}$ ) を得るために必要となる燃料電池 2 の要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) と要求出力電圧 ( $V_{fc\_REQ}$ ) を決定することができる。

【0048】しかし、実際には、燃料電池 2 の  $I-V$  特性は、燃料電池 2 に供給される反応ガスの温度、圧力、湿度の変動や、燃料電池 2 の経時変化等によって初期状態からずれてしまうことがある。そして、このように燃料電池 2 の  $I-V$  特性が初期値からずれると、目標総電

\* となったときにキャパシタ 3 から充放電される電流であるキャパシタアシスト電流 ( $I_{cap\_AST}$ ) を算出する。  
【0043】

力 ( $P_{sys}$ ) に対して反応ガスの供給量の過不足が生じるという不都合がある。

【0049】例えば、燃料電池 2 の  $I-V$  特性が ①であり、目標総電力 ( $P_{sys}$ ) に応じて決定された燃料電池 2 の要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) と要求出力電圧 ( $V_{fc\_REQ}$ ) に対して、 $P_1$  点で燃料電池 2 とキャパシタ 3 が平衡 (キャパシタ 3 の充放電電流が 0 である状態) していた状態から、燃料電池 2 の  $I-V$  特性が ②に変化した場合を考える。

【0050】この場合、燃料電池 2 と並列に接続されたキャパシタ 3 の出力電圧により、瞬間的には燃料電池 2 の出力電圧は要求出力電圧 ( $V_{fc\_REQ}$ ) となり、燃料電池 2 の出力電流は  $I_{fc\_1}$  に減少し、要求出力 ( $I_{fc\_REQ}$ ) に対する減少分 ( $I_{cap\_1}$ ) がキャパシタ 3 から放電される。

【0051】そして、その後は、放電によりキャパシタ 3 の出力電圧 (= 燃料電池 2 の出力電圧) が低下して要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) まで低下した  $P_2$  点で平衡するが、 $P_2$  で平衡した場合の燃料電池 2 の出力電力 ( $V_2$ ) は、 $P_1$  で平衡した場合の出力電圧 ( $V_1$ ) よりも低くなる。この場合、キャパシタ開放電圧算出部 55 により上記式 (1) によって算出されるキャパシタ 3 の開放電圧 ( $V_{cap\_o}$ ) は、平衡状態であるためキャパシタ 3 の出力電流 ( $I_{cap}$ ) が 0 であるので、燃料電池 2 の出力電圧 ( $V_{out}$ ) と等しくなる。

【0052】そのため、上記式 (2) において、 $V_{cap\_o} < V_{fc\_REQ}$  となり、算出されるキャパシタアシスト電流 ( $I_{cap\_AST}$ ) は負となる。したがって、要求出力電流補正部 57 により、要求出力電流を増加する補正 ( $I_{fc\_REQ} \rightarrow I_{fc\_REQ'}$ ) が行なわれる。

【0053】しかし、このように補正がなされると、要求出力電圧 ( $V_{fc\_REQ}$ ) と燃料電池 2 の出力電圧 ( $V_{fc}$ ) との差が、 $\Delta V_{fc\_1}$  から  $\Delta V_{fc\_2}$  に拡大する。その結果、さらに要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) を増加させる補正がなされ、燃料電池 2 に供給される反応ガスが過剰となる。そして、このような反応ガスの過剰な供給により、反応ガス供給装置 21 (図 1 参照) で無駄な電力が消費されると共に、燃料電池 2 内の湿度が低下して燃料電池 2 の電解室膜の乾燥により燃料電池 2 の性能低下が生じる。

【0054】また、逆に、燃料電池 2 の  $I-V$  特性が ①から電圧軸 ( $V$ ) の正方向 (図中上方向) にずれた場合には、上記式 (2) において、 $V_{cap\_o} > V_{fc\_REQ}$  となり、算出されるキャパシタアシスト電流 ( $I_{cap\_AST}$ ) は正となる。したがって、要求出力電流補正部 57 により、要求出力電流 ( $I_{fc\_REQ}$ ) を減少させる補正がおこ



なわれるが、実際にはキャパシタ3の出力電圧を上昇させるためにキャパシタ3に充電電流が流入する。そのため、目標総電力（ $P_{sys}$ ）に対して要求出力電流（ $I_{fc\_REQ}$ ）が不足し、燃料電池2に対する反応ガスの供給が不足したガス欠状態となる。

【0055】そこで、 $I-V$ 特性推定部52は、燃料電池2の $I-V$ 特性の変化による影響を抑制して要求出力電流（ $I_{fc\_REQ}$ ）と要求出力電圧（ $V_{fc\_REQ}$ ）を決定するため、燃料電池2を図3に示したように、開放電圧が $V_{fc\_o}$ で内部抵抗が $R_{fc}$ である等価回路に置換えて扱

【0056】ここで、燃料電池2の $I-V$ 特性は、図4に示したように、通常使用される領域（ $I_1 \sim I_2$ ）では、傾きがほぼ一定の直線に近似する。そして、経時変化等により燃料電池2の $I-V$ 特性が変化しても、通常使用される領域における $I-V$ 特性の傾きの変化は比較的小さい。そこで、 $I-V$ 特性推定部52

は、燃料電池2の $I-V$ 特性を、傾きを初期状態における内部抵抗（ $R_{fc}$ ）とし、電圧軸（ $V$ 軸）の切片を燃料電池2の開放電圧（ $V_{fc\_o}$ ）とする以下の式（3）で表

【0057】

$$V = F(I) \\ = R_{fc} \times I + V_{fc\_o} \dots\dots (3)$$

但し、 $V$ ：燃料電池2の出力電圧、 $I$ ：燃料電池の出力電流。

【0058】ここで、燃料電池2の開放電圧（ $V_{cap\_o}$ ）は、燃料電池開放電圧算出部51によって、燃料電池2の出力電流（ $I_{fc}$ ）及び出力電圧（ $V_{out}$ ）と予めメモリ（本発明の第1の記憶手段に相当する）に記憶された燃料電池2の内部抵抗（ $R_{fc}$ ）のデータ61から、以下の式（4）により算出される。

【0059】

$$V_{fc\_o} = V_{out} + I_{fc} \times R_{fc} \dots\dots (4)$$

そして、燃料電池開放電圧算出部51は、所定の制御サイクル（本発明の所定周期に相当する）毎に上記式（4）により燃料電池2の開放電圧（ $V_{fc\_o}$ ）を算出し、それに応じて、 $I-V$ 特性推定部52は、上記式（3）により燃料電池2の $I-V$ 特性を推定する。

【0060】これにより、 $I-V$ 特性推定部52は、前記制御サイクル毎に、燃料電池2の実際の $I-V$ 特性の変化を反映させて上記式（3）の1次関数を更新して、精度良く燃料電池2の $I-V$ 特性を推定することができる。

【0061】そして、要求出力電圧決定部53は、 $I-V$ 特性推定部52により推定された燃料電池2の $I-V$ 特性に基づいて、目標総電力（ $P_{sys}$ ）に応じた要求出

力電圧（ $V_{fc\_REQ}$ ）を精度良く決定することができる。また、要求出力電流決定部54は、 $I-V$ 特性推定部52により推定された燃料電池2の $I-V$ 特性に基づいて、目標総電力（ $P_{sys}$ ）に応じた要求出力電圧（ $I_{fc\_REQ}$ ）を精度良く決定することができる。

【0062】そのため、燃料電池2の実際の $I-V$ 特性と、要求出力電流（ $I_{fc\_REQ}$ ）を算出する際に使用される燃料電池2の $I-V$ 特性との乖離により、上述したような燃料電池2に供給される反応ガスの過不足が生じることを抑制することができる。

【0063】なお、本実施の形態では、燃料電池2にキャパシタ3を並列に接続した燃料電池電源装置を示したが、キャパシタ3を備えない場合であっても、本発明により燃料電池2の $I-V$ 特性を上記式（3）の1次関数に置換えて推定することによって、目標総電力（ $P_{sys}$ ）に応じた要求出力電流（ $I_{fc\_REQ}$ ）を精度良く決定することができる。

【0064】また、本実施の形態では、要求出力電流補正部57により、要求出力電流（ $I_{fc\_REQ}$ ）をキャパシタアシスト電流（ $I_{cap\_AST}$ ）により増減する補正を行なったが、増加する補正のみを行なう場合、減少する補正のみを行なう場合、及び該補正を全く行なわない場合であっても、本発明の効果を得ることができる。

【0065】また、本実施の形態では、目標出力電流決定部58により、目標出力電流（ $I_{fc\_CMD}$ ）が燃料電池2の実際の出力電流（ $I_{fc}$ ）以下とならないようにしたが、目標出力電流決定部58を備えない場合であっても、本発明の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池電源装置の構成図。

【図2】図1に示した電力管理手段の制御ブロック図。

【図3】燃料電池電源装置の等価回路図。

【図4】燃料電池電源装置の出力電流／電圧特性を示したグラフ。

【図5】従来の燃料電池電源装置の制御ブロック図。

【符号の説明】

1…燃料電池電源装置、2…燃料電池、3…電気二重層キャパシタ、4…コントローラ、5…モータ制御装置、9…駆動制御部、14…電源管理制御部、16燃料電池制御部、21…反応ガス供給装置、30…燃料電池センサ、50…目標総電力算出部、51…燃料電池開放電圧算出部、52… $I-V$ 特性推定部、53…要求出力電圧決定部、54…要求出力電流決定部、55…キャパシタ開放電圧算出部、56…キャパシタアシスト電流算出部、57…要求出力電流補正部、58…目標出力電流決定部

なわれるが、実際にはキャパシタ3の出力電圧を上昇させるためにキャパシタ3に充電電流が流入する。そのため、目標総電力( $P_{sys}$ )に対して要求出力電流( $I_{fc\_REQ}$ )が不足し、燃料電池2に対する反応ガスの供給が不足したガス欠状態となる。

【0055】そこで、 $I-V$ 特性推定部52は、燃料電池2の $I-V$ 特性の変化による影響を抑制して要求出力電流( $I_{fc\_REQ}$ )と要求出力電圧( $V_{fc\_REQ}$ )を決定するため、燃料電池2を図3に示したように、開放電圧が $V_{fc\_o}$ で内部抵抗が $R_{fc}$ である等価回路に置換えて扱

って燃料電池2の $I-V$ 特性を推定する。  
【0056】ここで、燃料電池2の $I-V$ 特性は、図4に示したように、通常使用される領域( $I_1 \sim I_2$ )では、傾きがほぼ一定の直線に近似する。そして、経時変化等により燃料電池2の $I-V$ 特性が変化しても、通常使用される領域における $I-V$ 特性の傾きの変化は比較的小さい。そこで、 $I-V$ 特性推定部52は、燃料電池2の $I-V$ 特性を、傾きを初期状態における内部抵抗( $R_{fc}$ )とし、電圧軸( $V$ 軸)の切片を燃料電池2の開放電圧( $V_{fc\_o}$ )とする以下の式(3)で表

【0057】

$$V = F(I) \\ = R_{fc} \times I + V_{fc\_o} \dots\dots (3)$$

但し、 $V$ :燃料電池2の出力電圧、 $I$ :燃料電池の出力電流。

【0058】ここで、燃料電池2の開放電圧( $V_{cap\_o}$ )は、燃料電池開放電圧算出部51によって、燃料電池2の出力電流( $I_{fc}$ )及び出力電圧( $V_{out}$ )と予めメモリ(本発明の第1の記憶手段に相当する)に記憶された燃料電池2の内部抵抗( $R_{fc}$ )のデータ61から、以下の式(4)により算出される。

【0059】

$$V_{fc\_o} = V_{out} + I_{fc} \times R_{fc} \dots\dots (4)$$

そして、燃料電池開放電圧算出部51は、所定の制御サイクル(本発明の所定周期に相当する)毎に上記式(4)により燃料電池2の開放電圧( $V_{fc\_o}$ )を算出し、それに応じて、 $I-V$ 特性推定部52は、上記式(3)により燃料電池2の $I-V$ 特性を推定する。

【0060】これにより、 $I-V$ 特性推定部52は、前記制御サイクル毎に、燃料電池2の実際の $I-V$ 特性の変化を反映させて上記式(3)の1次関数を更新して、精度良く燃料電池2の $I-V$ 特性を推定することができる。

【0061】そして、要求出力電圧決定部53は、 $I-V$ 特性推定部52により推定された燃料電池2の $I-V$ 特性に基づいて、目標総電力( $P_{sys}$ )に応じた要求出

力電圧( $V_{fc\_REQ}$ )を精度良く決定することができる。また、要求出力電流決定部54は、 $I-V$ 特性推定部52により推定された燃料電池2の $I-V$ 特性に基づいて、目標総電力( $P_{sys}$ )に応じた要求出力電圧( $I_{fc\_REQ}$ )を精度良く決定することができる。

【0062】そのため、燃料電池2の実際の $I-V$ 特性と、要求出力電流( $I_{fc\_REQ}$ )を算出する際に使用される燃料電池2の $I-V$ 特性との乖離により、上述したような燃料電池2に供給される反応ガスの過不足が生じることを抑制することができる。

【0063】なお、本実施の形態では、燃料電池2にキャパシタ3を並列に接続した燃料電池電源装置を示したが、キャパシタ3を備えない場合であっても、本発明により燃料電池2の $I-V$ 特性を上記式(3)の1次関数に置換えて推定することによって、目標総電力( $P_{sys}$ )に応じた要求出力電流( $I_{fc\_REQ}$ )を精度良く決定することができる。

【0064】また、本実施の形態では、要求出力電流補正部57により、要求出力電流( $I_{fc\_REQ}$ )をキャパシタアシスト電流( $I_{cap\_AST}$ )により増減する補正を行なったが、増加する補正のみを行なう場合、減少する補正のみを行なう場合、及び該補正を全く行なわない場合であっても、本発明の効果を得ることができる。

【0065】また、本実施の形態では、目標出力電流決定部58により、目標出力電流( $I_{fc\_QMD}$ )が燃料電池2の実際の出力電流( $I_{fc}$ )以下とならないようにしたが、目標出力電流決定部58を備えない場合であっても、本発明の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池電源装置の構成図。

【図2】図1に示した電力管理手段の制御ブロック図。

【図3】燃料電池電源装置の等価回路図。

【図4】燃料電池電源装置の出力電流/電圧特性を示したグラフ。

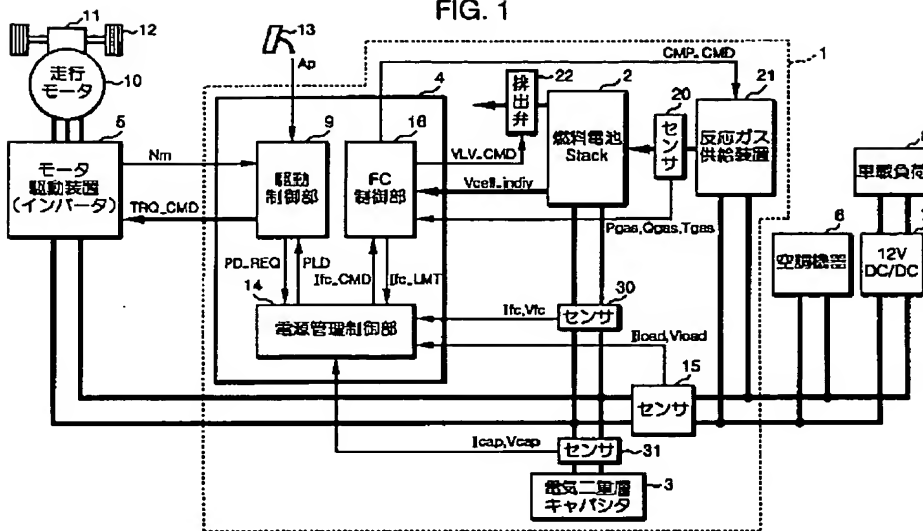
【図5】従来の燃料電池電源装置の制御ブロック図。

【符号の説明】

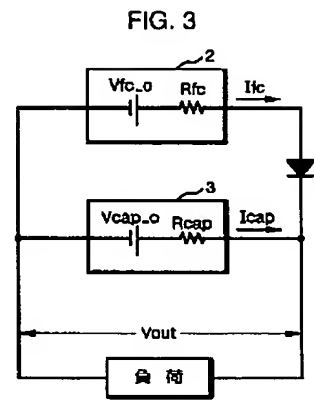
1…燃料電池電源装置、2…燃料電池、3…電気二重層キャパシタ、4…コントローラ、5…モータ制御装置、9…駆動制御部、14…電源管理制御部、16燃料電池制御部、21…反応ガス供給装置、30…燃料電池センサ、50…目標総電力算出部、51…燃料電池開放電圧算出部、52… $I-V$ 特性推定部、53…要求出力電圧決定部、54…要求出力電流決定部、55…キャパシタ開放電圧算出部、56…キャパシタアシスト電流算出部、57…要求出力電流補正部、58…目標出力電流決定部



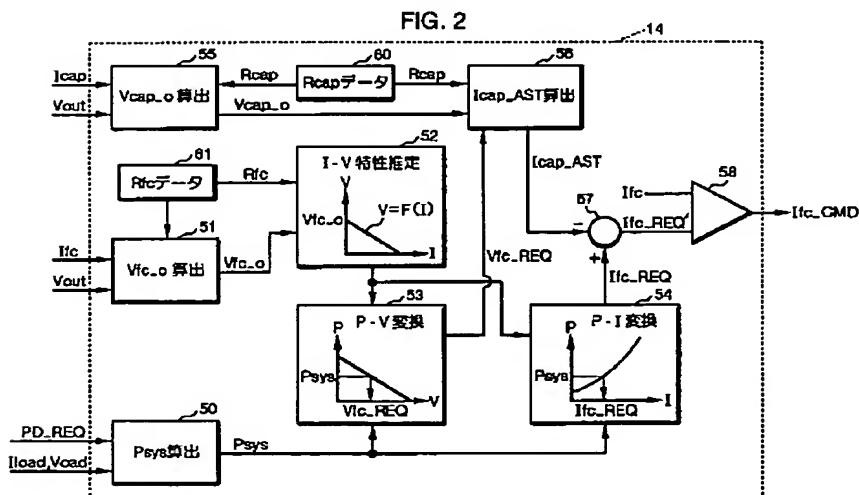
【図1】



【図3】

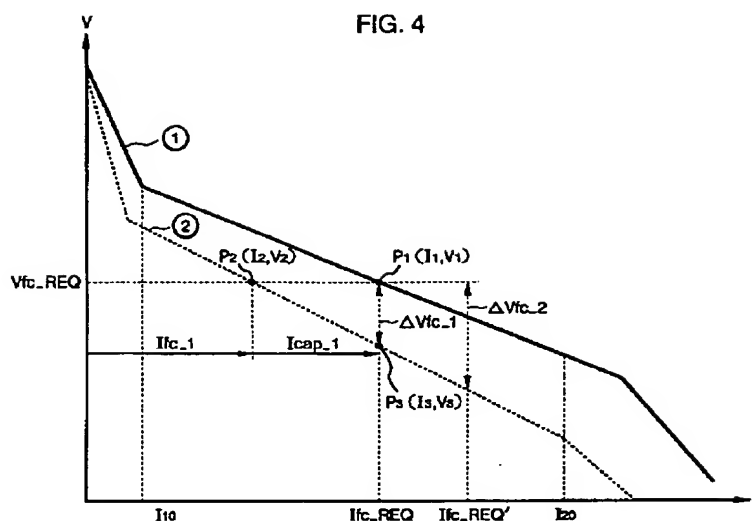


【図2】



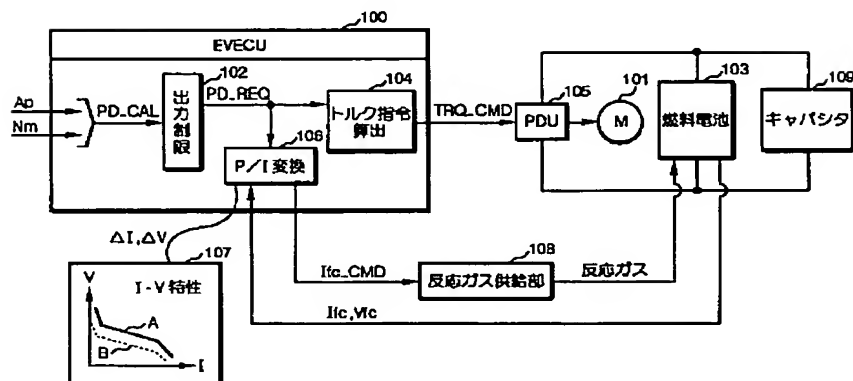
【図4】

FIG. 4



【図5】

FIG. 5



フロントページの続き

(72)発明者 佐伯 響  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

F ターム(参考) 5H027 AA02 KK54 KK56 MM01 MM26

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-086211

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl. H01M 8/04  
H01M 8/00

(21)Application number : 2002-148259

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 22.05.2002

(72)Inventor : AOYANAGI AKIRA  
ASANO YUTAKA  
SAEKI HIBIKI

(30)Priority

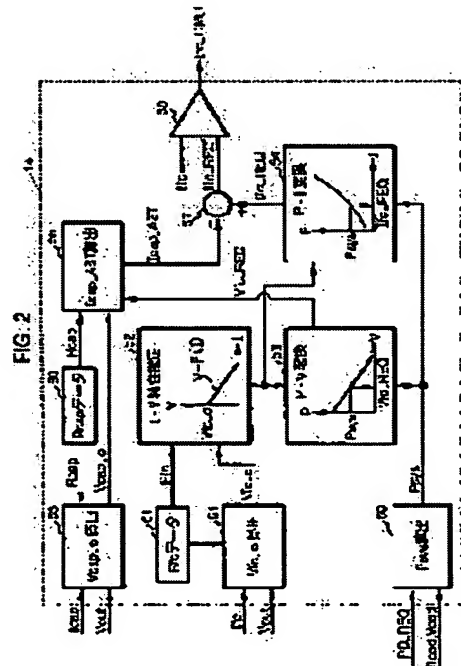
Priority number : 2001197392 Priority date : 28.06.2001 Priority country : JP

## (54) FUEL CELL POWER SUPPLY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell power supply device in which a required output current of the fuel cell corresponding to a required electric power of a load can be determined with a good accuracy even when output current/voltage characteristics of the fuel cell change.

**SOLUTION:** An I-V characteristics estimating part 52 estimates the output current/voltage characteristics (I-V characteristics) of the fuel cell by replacing it with the primary function ( $V = F_c(I)$ ) in which an inner resistance ( $R_{fc}$ ) of the fuel cell is assumed as a gradient and an open voltage ( $V_{fc-o}$ ) of the fuel cell calculated by a fuel cell open voltage calculating part 51 is assumed as the intercept of the voltage (V) axis. A required output voltage determining part 53 and a required output current determining part 54 respectively determine the required output voltage ( $V_{fc-REQ}$ ) and the required output current ( $I_{fc-REQ}$ ) of the fuel cell to become necessary in order to obtain the targeted total electric power ( $P_{sys}$ ) based on the I-V characteristics estimated by the I-V characteristics estimating part 52.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**